

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-076551

(43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl.

H05K 1/05  
C04B 37/00  
H01B 13/00  
H01L 23/14  
H01L 25/07  
H01L 25/18  
H05K 3/00  
H05K 7/20

(21)Application number : 2000-267206

(71)Applicant : DOWA MINING CO LTD

(22)Date of filing : 04.09.2000

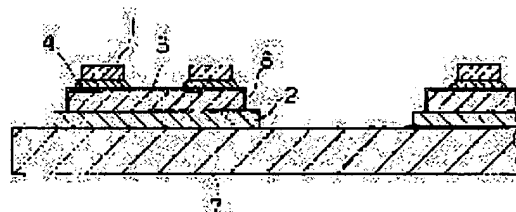
(72)Inventor : OSANAI HIDEYO  
FURO MASAHIRO

## (54) METAL CERAMIC CIRCUIT BOARD AND ITS MANUFACTURING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve the problem of crack defects that occur in a connecting surface of a conventional ceramic electronic circuit board due to a difference of thermal expansions of materials, because a ceramic base is fixed to a metal base plate via a metal layer and a solder in the ceramic base.

**SOLUTION:** A metal ceramic electronic circuit board is constituted by connecting one or a plurality of ceramic boards each having a metal conductor for performing a role of an electronic circuit to one side surface of a base plate made of an aluminum or an aluminum alloy. A method for manufacturing the metal ceramic circuit board comprises the steps of melting the aluminum or the aluminum alloy in vacuum or in an inert gas to obtain a molten material, then contacting the molten material with the ceramic board in vacuum or in the inert gas in a casting mold so that the molten material is contacted directly with the ceramic board without intermediary of an oxide film on a surface of the metal in their interface, holding to cool the contacted material to rigidly connect them, and connecting the conductor with the ceramic board by using a brazing material or connecting in its reverse order. In this case, the base board has its proof stress of 320 (MPa) or less, and a thickness of 1 mm or more.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

**[Claim(s)]**

**[Claim 1]** The metal ceramic circuit board characterized by having a base board which consists of aluminum or an aluminium alloy, and a ceramic substrate which has joined the whole surface to the above-mentioned base board directly, and for proof stress of a base board of the above-mentioned aluminum or an aluminium alloy being below 320 (MPa), and thickness being 1mm or more.

**[Claim 2]** other sides of the above-mentioned ceramic substrate -- an electronic circuitry -- public funds -- the metal ceramic circuit board according to claim 1 characterized by having a group conductor.

**[Claim 3]** an electronic circuitry where other sides of the above-mentioned ceramic substrate were chosen more than from a kind at least among copper, a copper alloy, aluminum, or an aluminium alloy -- public funds -- the metal ceramic circuit board according to claim 1 characterized by having a group conductor.

**[Claim 4]** The metal ceramic circuit board according to claim 1, 2, or 3 characterized by the above-mentioned ceramic substrate being a kind chosen from an alumina, aluminium nitride, and silicon nitride.

**[Claim 5]** a power module using a base board which consists of aluminum or an aluminium alloy, a ceramic substrate which has joined the whole surface to the above-mentioned base board directly, and the metal ceramic circuit board characterized by having a semiconductor chip which the above-mentioned ceramic substrate boiled on the other hand, and was prepared, and for proof stress of a base board of the above-mentioned aluminum or an aluminium alloy being below 320 (MPa), and thickness being 1mm or more.

**[Claim 6]** The manufacture method of the metal ceramic circuit board characterized by to have the production process which cools the production process which dissolves aluminum or an aluminium alloy in a vacuum or inert gas, and acquires a melting object, the production process which contact this melting object the whole surface of a ceramic substrate, and directly in mold in a vacuum or inert gas, and the aluminum or the aluminium alloy contacted directly, and a ceramic substrate, and joins the base board of aluminum or an aluminium alloy directly to the up Norikazu side of the above-mentioned ceramic substrate.

**[Claim 7]** A manufacture method of the metal ceramic circuit board characterized by providing the following A production process which dissolves aluminum or an aluminium alloy in a vacuum or inert gas, and acquires a melting object A production process which contacts this melting object the whole surface of a ceramic substrate, and directly in mold in a vacuum or inert gas A production process which cools aluminum or an aluminium alloy contacted directly, and a ceramic substrate, and joins a base board of aluminum or an aluminium alloy to a up Norikazu side of the above-mentioned ceramic substrate directly an electronic circuitry -- public funds -- a production process which the above-mentioned ceramic substrate boils a group conductor on the other hand, and is joined using wax material

**[Claim 8]** A manufacture method of the metal ceramic circuit board characterized by providing the following A production process which dissolves aluminum or an aluminium alloy in a vacuum or inert gas, and acquires a melting object this melting object -- the inside of a vacuum or inert gas -- the inside of mold -- setting -- the whole surface -- an electronic circuitry -- public funds -- a production process which a ceramic substrate joined using wax material boils a group conductor on the other hand, and is contacted directly A production process which cools aluminum or an aluminium alloy contacted directly, and a ceramic substrate, and joins a base board of aluminum or an aluminium alloy to a field besides the above of the above-mentioned ceramic substrate directly

**[Claim 9]** A manufacture method of the metal ceramic circuit board characterized by providing the following A production process which dissolves aluminum or an aluminium alloy in a vacuum or inert gas, and acquires a melting object A production process which contacts this melting object on the whole surface of a ceramic substrate directly in mold in a vacuum or inert gas A production process which cools aluminum or an aluminium alloy contacted directly, and a ceramic substrate, and joins a base board of aluminum or an aluminium alloy to a up Norikazu side of a ceramic substrate directly the above-mentioned ceramic substrate -- on the other hand -- alike -- an electronic circuitry -- public

funds -- a production process which joins a group conductor

[Claim 10] A manufacture method of the metal ceramic circuit board characterized by providing the following A production process which dissolves aluminum or an aluminium alloy in a vacuum or inert gas, and acquires a melting object this melting object -- the inside of a vacuum or inert gas -- the inside of mold -- setting -- the whole surface -- an electronic circuitry -- public funds -- a production process which a ceramic substrate which joined a group conductor is alike on the other hand, and is contacted directly A production process which cools aluminum or an aluminium alloy contacted directly, and a ceramic substrate, and joins a base board of aluminum or an aluminium alloy to a field besides the above of the above-mentioned ceramic substrate directly

[Claim 11] A manufacture method of the metal ceramic circuit board according to claim 6, 7, 8, 9, or 10 characterized by the above-mentioned ceramic substrate being a kind chosen from an alumina, alumimium nitride, and silicon nitride.

[Claim 12] The above-mentioned metal conductor is copper and a copper alloy, A manufacture method of the metal ceramic circuit board according to claim 7, 8, 9, 10, or 11 characterized by being chosen more than out of a kind at least among aluminum and an aluminium alloy.

[Claim 13] A manufacture method of a power module characterized by providing the following A production process which dissolves aluminum or an aluminium alloy in a vacuum or inert gas, and acquires a melting object A production process which contacts this melting object on the whole surface of a ceramic substrate directly in mold in a vacuum or inert gas A production process which cools aluminum or an aluminium alloy contacted directly, and a ceramic substrate, and joins a base board of aluminum or an aluminium alloy to a up Norikazu side of the above-mentioned ceramic substrate directly a production process which the above-mentioned ceramic substrate is alike on the other hand, forms a metal layer of a desired pattern configuration, and fixes a semiconductor chip on this metal layer

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the outstanding metal ceramic circuit board and its manufacture method, the metal ceramic circuit board that was excellent in the suitable thermo-cycle-proof nature for mounting of large power electronic parts, such as a power module, especially, and its manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the power module is used for high current control of an electric vehicle, a train, a machine tool, etc. In order to mainly carry two or more semiconductor chips in a power module and to take out a high current from the surface and a rear face, the substrate which fixes a semiconductor chip is asked for high electric insulation. Moreover, in order to control a high current, as for the semiconductor chip at the time of real \*\*, temperature rises by pyrexia. For this reason, high thermolysis nature is required of the whole substrate containing the base material which is fixing this semiconductor chip, and its edge strip.

[0003] The cross-section structure of the conventional power module is shown in drawing 5. By the conventional power module, a semiconductor chip 1 is fixed to the metal layer 3 on the ceramic substrate 2 as an insulating base material with solder 4, and this ceramic substrate 2 is further fixed to the metal base board 7 with solder 6 through the metal layer 5 of another side. In addition, 8 is the deposit formed in the metal layers 3 and 5 and the metal base board 7. Moreover, the display of the wiring during a chip etc. is omitted in drawing 1.

[0004] There are some which were shown in JP,1-118588,U or JP,2-68448,U in the wax material cementation method to the ceramic substrate of aluminum as advanced technology, and these use an aluminum-Si system and aluminum-germanium system wax material for an alumimium nitride substrate or an alumina substrate, and join aluminum to them. This has the silicon use as an aluminum joint assistant of U.S. Pat. No. 3994430 in 1976 as advanced technology

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if it is in such a conventional power module, since the ceramic substrate 2 is being fixed to the metal base board 7 through the metal layer 5 and solder 6, there is a trouble shown below.

[0006] (1) When between the ceramic substrate 2 and the metal base board 7 has the ceramic substrate 2-metal layer 5 and complicated structure like the - deposit 8-solder 6-deposit 8-metal base board 7 and energization and an energization halt are repeated for a chip 1, each material will repeat cold energy and problems, like a crack arises from the difference of thermal-expansion contraction of each material at this time in the plane of composition of each material tend to produce it.

[0007] (2) When solder 6 exists between the ceramic substrate 2 and the metal base board 7, thermal conductivity falls and thermolysis nature falls.

[0008] (3) The electric maker is using the lead solder which is going to decrease use as much as possible in recent years in many cases.

[0009] (4) In order to paste up between the ceramic substrate 2 and the metal base board 7 with solder 6, many strokes, such as surface treatment, such as plating for a solder wettability improvement, and soldering, are cost high in necessity.

[0010] (5) When a coefficient of thermal expansion is large and cold energy is repeated to the ceramics, a crack tends to produce to the ceramics the copper base board as a metal base board used conventionally in a plane of composition with a copper base board, and base boards, such as a chip, a copper-molybdenum alloy, and aluminum, silicon carbide composite, have problems -- thermal conductivity is low and a price is high -- in reliability.

[0011] Therefore, the purpose of this invention is to solve an above-mentioned trouble, and this invention aims concrete at acquiring the method of mass-producing the ceramic-metal compound member of various configurations and this which have the property which was excellent in the configuration which joined the base board made from direct aluminum or aluminum to the ceramic base material by low cost.

[0012]

[Means for Solving the Problem] It was using aluminum or an aluminium alloy for a material as a base board, contacting this to ceramics from a condition of a molten metal within mold, when this invention person's etc. inquires wholeheartedly, and cooling, and the proof stress was below a predetermined value, and when thickness joined aluminum or an aluminium alloy, and ceramics beyond a predetermined value, it found out that the above-mentioned technical problem was solvable.

[0013] That is, in case ceramics is joined to a base board, without using a low method of soldering virtual junction temperature, use a metal hard as a base board, or if it solders to cementation of a base board and ceramics, ceramics will break, or fault a base board curves greatly occurs. When this invention person etc. inquired wholeheartedly to it, it found out that the above-mentioned fault could be prevented by joining aluminum and an aluminium alloy with small proof stress to ceramics directly without minding wax material. Although details of this mechanism are unknown, this invention persons have guessed that aluminum and an aluminium alloy with low proof stress are easing residual stress at the time of cementation produced from a difference of a coefficient of thermal expansion with ceramics by own plastic deformation etc.

[0014] This invention is made based on this knowledge.

[0015] The metal ceramic circuit board of this invention is characterized by having a base board which consists of aluminum or an aluminium alloy, and a ceramic substrate which has joined the whole surface to the above-mentioned base board directly, and for proof stress of a base board of the above-mentioned aluminum or an aluminium alloy being below 320 (MPa), and thickness being 1mm or more.

[0016] a power module using the metal ceramic circuit board of this invention is characterized by having a base board which consists of aluminum or an aluminium alloy, a ceramic substrate which has joined the whole surface to the above-mentioned base board directly, and a semiconductor chip which the above-mentioned ceramic substrate boiled on the other hand, and was prepared, and for proof stress of a base board of the above-mentioned aluminum or an aluminium alloy being below 320 (MPa), and thickness being 1mm or more.

[0017] A manufacture method of the metal ceramic circuit board of this invention A production process which dissolves aluminum or an aluminium alloy in a vacuum or inert gas, and acquires a melting object, A production process which contacts this melting object the whole surface of a ceramic substrate, and directly in mold in a vacuum or inert gas, It is characterized by having a production process which cools aluminum or an aluminium alloy contacted directly, and a ceramic substrate, and joins a base board of aluminum or an aluminium alloy to a up Norikazu side of the above-mentioned ceramic substrate directly.

[0018] Moreover, a manufacture method of the metal ceramic circuit board of this invention A production process which dissolves aluminum or an aluminium alloy in a vacuum or inert gas, and acquires a melting object, A production process which contacts this melting object the whole surface of a ceramic substrate, and directly in mold in a vacuum or inert gas, A production process which cools aluminum or an aluminium alloy contacted directly, and a ceramic substrate, and joins a base board of aluminum or an aluminium alloy to a up Norikazu side of the above-mentioned ceramic substrate directly, an electronic circuitry -- public funds -- it is characterized by having a production process joined without the above-mentioned ceramic substrate's boiling a group conductor on the other hand and using, using wax material.

[0019] Moreover, a manufacture method of the metal ceramic circuit board of this invention A production process which dissolves aluminum or an aluminium alloy in a vacuum or inert gas, and acquires a melting object, this melting object -- the inside of a vacuum or inert gas -- the inside of mold -- setting -- the whole surface -- an electronic circuitry -- public funds -- with a production process which a ceramic substrate joined without using a group conductor, using wax material is alike on the other hand, and is contacted directly It is characterized by having a production process which cools aluminum or an aluminium alloy contacted directly, and a ceramic substrate, and joins a base board of aluminum or an aluminium alloy to a field besides the above of the above-mentioned ceramic substrate directly.

[0020] A production process which a manufacture method of a power module of this invention dissolves aluminum or an aluminium alloy in a vacuum or inert gas, and acquires a melting object, A production process which contacts this melting object on the whole surface of a ceramic substrate directly in mold in a vacuum or inert gas, A production process which cools aluminum or an aluminium alloy contacted directly, and a ceramic substrate, and joins a base board of aluminum or an aluminium alloy to a up Norikazu side of the above-mentioned ceramic substrate directly, on the

other hand, the above-mentioned ceramic substrate is alike, a metal layer of a desired pattern configuration is formed, and it is characterized by having a production process which fixes a semiconductor chip on this metal layer.

[0021] It is characterized by choosing the above-mentioned metal conductor more than from a kind at least among copper, a copper alloy, aluminum, and an aluminium alloy. Although aluminum or an aluminium alloy can be used as a base board, thermal conductivity of aluminum is high, it is good, its melting point is still lower, and especially since it is easy to manufacture, it is excellent. [ of thermo-cycle-proof nature ]

[0022] A reason for selection of each metal needs especially high conductivity, or when 1000 or less times is enough as a thermo-cycle tolerated dose, copper and a copper alloy are suitable.

[0023] When 3000 times or more of thermo-cycle tolerated doses are required, aluminum and an aluminium alloy are suitable.

[0024] Moreover, in order to raise solder wettability and corrosion resistance on these, Au plating, nickel plating, etc. can be performed.

[0025] The above-mentioned ceramic substrate is characterized by being a kind chosen from an alumina, aluminium nitride, and silicon nitride.

[0026] Versatility -- also in ceramics, especially an alumina has highly cheap insulation and can manufacture a copper circuit by direct cementation -- is high, nitriding aluminum can be excellent in heat conductivity being high at thermolysis nature, and can carry a chip for high current control, and since reinforcement of silicon nitride is high, thermo-cycle-proof nature is excellent in correspondence nature in severe high environment, such as an engine room.

[0027] In addition, the above-mentioned base board aims at modular mechanical-strength reinforcement and thermolysis. Moreover, it means changing into a cementation condition with reinforcement as occasion demands, without making cementation assistants, such as wax material, intervene joining directly.

[0028]

[Embodiment of the Invention] With reference to a drawing, the example of the metal ceramic substrate of this invention and its manufacture method is explained to details below.

[0029] (Example 1)

[0030] Drawing 1 is principle drawing of the equipment for manufacturing the metal ceramic circuit board of this invention. In this invention, aluminum of 99.9% of purity is set to the upper part of a crucible 9, and the ceramic substrate 2 of aluminium nitride to join is set to the lower part of a crucible 9. A crucible 9 is covered at a piston 10 and the interior of a crucible 9 is filled up with nitrogen gas. Subsequently, after heating a crucible 9 at 750 degrees C at a heater 11 and gridding aluminum The aluminum melting object 13 is extruded through the capillary 12 of the center of a crucible 9 with a piston 10. The extruded aluminum melting object 13 is slushed on the ceramic substrate 2. It was filled up to predetermined height, and this was annealed, the adhesion solidification of the aluminum melting object 13 was carried out at the ceramic substrate 2, and what joined the ceramic substrate 2 of two or more aluminium nitride to the whole surface of the base board 7 made from aluminum directly was obtained. Here, the proof stress of 5mm and aluminum of the thickness of the obtained base board made from aluminum was 40MPa(s). In addition, this proof stress creates a test piece by Z2201 No. of JIS, and measures it in conformity with Z2241 of JIS.

[0031] Next, in order to form the circuit section on the ceramic substrate 2 of the above-mentioned aluminium nitride, The wax material of aluminum 87.5wt% and Si 12.5% of presentation is printed in a desired pattern configuration using a screen printer. The aluminum rolled plate of a desired pattern configuration is carried as a metal layer 3 on it after desiccation at 80 degrees C. It heated at 575 degrees C with the vacuum furnace, subsequently electroless nickel plating was given, the semiconductor chip 1 was fixed through the solder 4 which is wax material on this metal layer 3, and the module shown in drawing 2 was made to constitute.

[0032] When the thermo-cycle tolerated dose of this module was investigated, as for change, at least 4000 thermo cycles were not accepted in a ceramic-base board interface at all.

[0033] (Example 2)

[0034] The power module which has the metal ceramic circuit board of the form which the thickness of the base board 7 made from the above-mentioned aluminum was changed into 1mm from 5mm, and also is shown in drawing 2 with the same means as an example 1 was formed. Moreover, when the thermo-cycle tolerated dose was investigated, as for change, at least 4000 thermo cycles were not accepted in a ceramic-base board interface at all like the example 1.

[0035] (Example 3)

[0036] The power module which has the metal ceramic circuit board of the form which the thickness of the base board 7 made from the above-mentioned aluminum was changed into 10mm from 5mm, and also is shown in drawing 2 with the same means as an example 1 was formed. Moreover, when the thermo-cycle tolerated dose was investigated, as for change, at least 3000 thermo cycles were not accepted in a ceramic-base board interface at all like the example 1.

[0037] (Example 4)

[0038] The power module which has the metal ceramic circuit board of the form which the thickness of the base board 7 made from the above-mentioned aluminum was changed into 30mm from 5mm, and also is shown in drawing 2 with the same means as an example 1 was formed. Moreover, when the thermo-cycle tolerated dose was investigated, as for change, at least 3000 thermo cycles were not accepted in a ceramic-base board interface at all like the example 1.

[0039] (Example 5)

[0040] The power module which has the metal ceramic circuit board of the form which the quality of the material of the above-mentioned base board 7 was replaced with aluminum95.5% and Cu4.5% of aluminium alloy from aluminum of 99.99% of purity, and also is shown in drawing 2 with the same means as an example 1 was formed. Here, the thickness of the base board 7 was 5mm, and proof stress was 95MPa(s). Moreover, when the thermo-cycle tolerated dose was investigated, as for change, at least 3000 thermo cycles were not accepted in a ceramic-base board interface at all like the example 1.

[0041] (Example 6)

[0042] The power module which has the metal ceramic circuit board of the form which the quality of the material of the above-mentioned base board 7 was replaced with aluminum87.5% and Si12.5% of aluminium alloy from aluminum of 99.99% of purity, and also is shown in drawing 2 with the same means as an example 1 was formed. Here, the thickness of the base board 7 was 5mm, and proof stress was 320MPa(s). Moreover, when the thermo-cycle tolerated dose was investigated, as for change, at least 3000 thermo cycles were not accepted in a ceramic-base board interface at all like the example 1.

[0043] (Example 7)

[0044] The power module which has the base one apparatus ceramic substrate of the form which changed to aluminium nitride as the above-mentioned ceramic substrate 2, and silicon nitride was used, and also is shown in drawing 2 with the same means as an example 1 was formed. Moreover, when the thermo-cycle tolerated dose was investigated, as for change, at least 4000 thermo cycles were not accepted in a ceramic-base board interface at all like the example 1.

[0045] (Example 8)

[0046] The power module which has the metal ceramic circuit board of the form which applied the configuration of the above-mentioned base board 7 to this board from tabular [ with a thickness of 5mm ], and the fin was attached for the purpose on a thermolysis disposition, and also is shown in drawing 2 with the same means as an example 1 was formed. Moreover, when the thermo-cycle tolerated dose was investigated, as for change, at least 4000 thermo cycles were not accepted in a ceramic-base board interface at all like the example 1.

[0047] (Example 9)

[0048] In order to form the circuit section in the ceramic substrate 2 of aluminium nitride, the active metal wax material of Ag90wt%, Ti5%, and Cu5% of presentation was printed using the screen printer, the copper rolled plate was carried as a metal layer 3 on it after desiccation at 80 degrees C, and it heated at 800 degrees C with the vacuum furnace, and joined to the ceramic substrate 2. Next, it etches with a ferric-chloride solution, etching resist is print with a screen printer into the portion of this copper, after UV desiccation, the desired pattern 14 is form, it sets so that the inferior surface of tongue of the ceramic substrate 2 may turn in the lower part of the jar 9 which boils this subsequently to drawing 3 so that it may be show up, and aluminum of 99.9% of purity is set to the upper part of a crucible 9, a crucible 9 is cover at a piston 10, and the interior of a crucible 9 is Subsequently, after heating a crucible 9 at 750 degrees C at a heater 11 and gritting aluminum The aluminum melting object 13 is extruded through the capillary 12 of the center of a crucible 9 with a piston 10. The extruded aluminum melting object 13 is slushed on the ceramic substrate 2. It was filled up to predetermined height, and this was annealed, the adhesion solidification of the aluminum melting object 13 was carried out at the ceramic substrate 2, the base board 7 was formed, the semiconductor chip 1 was fixed through solder 4 on the above-mentioned metal layer 3, and the module shown in drawing 2 was made to constitute. Here, the proof stress of 5mm and aluminum of the thickness of the obtained base board made from aluminum was 40MPa(s).

[0049] When the thermo-cycle tolerated dose of this base one apparatus ceramic substrate was investigated, as for change, at least 4000 thermo cycles were not accepted in a ceramic-base board interface at all like the example 1.

[0050] (Example 10)

[0051] After joining the ceramic substrate 2 of two or more aluminium nitride to the base board 7 made from aluminum directly with the same means as an example 1, using the jar 15 boiled as shown in drawing 4 , aluminum of 99.9% of purity is set to the upper part of a crucible 15, and the ceramic substrate 2 of aluminium nitride directly joined to the above-mentioned base board 7 is set to the lower part of the jar 15 which is turning the top and the base board 7 made from aluminum down. Furthermore, \*\*\*\*\* type 18 is placed for a desired circuit pattern configuration on the ceramic substrate 2 of aluminium nitride. A crucible 15 is covered at a piston 10 and the interior of a crucible 15 is



filled up with nitrogen gas. Subsequently, after heating a crucible 15 at 750 degrees C at a heater 11 and gritting aluminum, the aluminum melting object 13 is extruded [ with a piston 10 / from the capillary 16 of the center of a crucible 15 ] through Capillaries 17a-17c, respectively on the mold 18 of each pattern. In order to protect the base board 7 from heat at this time, a heat sink 19 is arranged to the base board 7 down side, and it is made to cool. The extruded aluminum melting object 13 is slushed into the mold 18 on the ceramic substrate 2 of alumimium nitride, and it is filled up to predetermined height, and it solidifies, the aluminum melting object 13 pasting the ceramic substrate 2 by annealing this. By the above method, the metal layer 3 was formed on the ceramic substrate 2, the semiconductor chip 1 was fixed through solder 4 on this metal layer 3, and the power module shown in drawing 2 was made to constitute. Here, the proof stress of 5mm and aluminum of the thickness of the obtained base board made from aluminum was 40MPa(s).

[0052] When the thermo-cycle tolerated dose of this power module was investigated, as for change, at least 4000 thermo cycles were not accepted in a ceramic-base board interface at all like the example 1.

[0053] (Example 1 of a comparison)

[0054] The sample of the following [ the comparative purpose ] was created. In order to form the circuit section in one side of the ceramic substrate of alumimium nitride first, the screen printer was used and it printed in the pattern configuration of a request of the wax material of aluminum87.5wt% and Si12.5% of presentation, and the aluminum rolled plate of a desired pattern configuration was carried on it after desiccation at 80 degrees C, the same wax material as another side was printed in respect of poor, similarly the aluminum rolled plate of a poor side was carried, and it heated at 575 degrees C with the vacuum furnace. Next, electroless nickel plating was given to this substrate, and three substrates obtained further here were soldered on the base board made from aluminum which gave electroless nickel plating, and it fixed. Furthermore, the module of the form which prepares a semiconductor chip on this and is shown in drawing 5 was made to constitute. When the thermo-cycle tolerated dose was investigated like the example, the crack was accepted in the solder layer of a ceramic-base board interface in part by 1000 thermo cycles.

[0055] (Example 2 of a comparison)

[0056] The sample of the following [ the comparative purpose ] was created. Using the copper-molybdenum alloy with a thickness of 5mm for the base board instead of the base board made from aluminum, the rest made the module of the form shown in drawing 5 constitute from the same method as the example 1 of a comparison. When the thermo-cycle tolerated dose was investigated like the example, the crack was accepted in the solder layer of a ceramic-base board interface in part by 3000 thermo cycles.

[0057] (Example 3 of a comparison)

[0058] The sample of the following [ the comparative purpose ] was created. The molten metal of aluminum as shown in both sides of the ceramic substrate of alumimium nitride in the example 1 was contacted directly, and the aluminum layer of a poor side was made to form by the method which carries out cooling solidification. Next, in order to form the circuit section in this one side, etching resist was printed with the screen printer, after UV desiccation, it etched with the ferric-chloride solution and the circuit of a desired pattern was formed. Next, electroless nickel plating was given to this substrate, and three substrates obtained further here were soldered on the base board made from aluminum of 5mm in thickness which gave electroless nickel plating, and 99.99% of purity, and it fixed. Furthermore, the module of the form which prepares a semiconductor chip on this and is shown in drawing 5 was made to constitute. When the thermo-cycle tolerated dose was investigated like the example, the crack was accepted in the solder layer of a ceramic-base board interface in part by 3000 thermo cycles. <BR> [0059] (Example 4 of a comparison)

[0060] The sample of the following [ the comparative purpose ] was created. In order to join three ceramic substrates of alumimium nitride on the base board made from aluminum of 5mm in thickness, and 99.99% of purity, the screen printer was used on the base board, the wax material of aluminum87.5wt% and Si12.5% of presentation was printed, the ceramic substrate of alumimium nitride was carried on it after desiccation at 80 degrees C, and it heated at 575 degrees C with the vacuum furnace. Furthermore, when the method of an attempt and the bottom join to a base board, ceramic substrates have broken altogether together making a circuit form in a base board and the opposite side by the brazing-and-soldering method it is the same next.

[0061] (Example 5 of a comparison)

[0062] The sample of the following [ the comparative purpose ] was created. It tried to form the power module which has the metal ceramic circuit board of the form which the thickness of the base board 7 made from aluminum in an example 1 was changed into 0.5mm from 5mm, and also is shown in drawing 2 with the same means as an example 1. However, the reinforcement of a base board runs short and the base board has deformed easily.

[0063] (Example 6 of a comparison)

[0064] The sample of the following [ the comparative purpose ] was created. It tried to form the module which has the

metal ceramic circuit board of the form which the quality of the material of the base board 7 in an example 1 was changed into aluminum88%, Cu2%, Mg3%, and Zn7% of aluminium alloy from aluminum of 99.99% of purity, and also is shown in drawing 2 with the same means as an example 1. Here, the thickness of the base board 7 was 5mm, and proof stress was 540MPa(s). However, when it joins to a base board, the ceramic substrate met and it has been divided altogether.

[0065] The above result is shown in a table 1.

[0066]

[A table 1]

番号	ベース板			絶縁体		回路	製法			その他	特性	
	ベース金属	耐力(MPa)	厚み(mm)	セラミックス	回路金属		ベース側接合法	順序	回路側接合法		ヒートサイクル耐量	接合時クラック
実施例1	99.99%Al	40	5	AlN	Al	Al	溶湯法	→	ろう接法		4000回問題なし	なし
実施例2	99.99%Al	40	1	AlN	Al	Al	溶湯法	→	ろう接法		4000回問題なし	なし
実施例3	99.99%Al	40	10	AlN	Al	Al	溶湯法	→	ろう接法		3000回問題なし	なし
実施例4	99.99%Al	40	30	AlN	Al	Al	溶湯法	→	ろう接法		3000回問題なし	なし
実施例5	Al+Cu	95	5	AlN	Al	Al	溶湯法	→	ろう接法		3000回問題なし	なし
実施例6	Al+Si	320	5	AlN	Al	Al	溶湯法	→	ろう接法		3000回問題なし	なし
実施例7	99.99%Al	40	5	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	Al	Al	溶湯法	→	ろう接法		4000回問題なし	なし
実施例8	99.99%Al	40	5	AlN	Al	Al	溶湯法	→	ろう接法		4000回問題なし	なし
実施例9	99.99%Al	40	5	AlN	Cu	Cu	溶湯法	→	ろう接法	フィン付き	4000回問題なし	なし
実施例10	99.99%Al	40	5	AlN	Al	Al	溶湯法	→	ろう接法		3000回問題なし	なし
比較例1	99.99%Al	40	5	AlN	Al	Al	半田付け	←	ろう接法		1000回でクラック	なし
比較例2	Cu+Mo	?	3	AlN	Al	Al	半田付け	←	ろう接法		3000回でクラック	なし
比較例3	99.99%Al	40	5	AlN	Al	Al	半田付け	←	溶湯法		3000回でクラック	なし
比較例4	99.99%Al	40	5	AlN	Al	Al	ろう接法	→				あり
比較例5	99.99%Al	40	0.5	AlN	Al	Al	溶湯法	→	ろう接法			あり
比較例6	Al+Cu+Mg+Zn	540	5	AlN	Al	Al	溶湯法	→	ろう接法			あり

[0067]

[Effect of the Invention] According to this invention, the following advantages are acquired.

[0068] (1) Between a ceramic substrate and a base board becomes the simple structure of a ceramic-base board, and the reliability when repeating cold energy improves by leaps and bounds. Especially this is for choosing aluminum or an

aluminium alloy as a material of a base board, and being having joined this directly further, and own softness's of aluminum erasing irregular bound of thermal-expansion contraction with the ceramics at the time of cold energy inside, and preventing generating of the crack in a cementation interface.

[0069] (2) Since between a ceramic substrate and a base board becomes the simple structure of a ceramic-base board and a solder layer with low thermal conductivity can be lost, high thermal conductivity is obtained.

[0070] (3) Between a ceramic substrate and a base board becomes the simple structure of a ceramic-base board, since cementation by solder becomes unnecessary, strokes, such as surface treatment, such as plating for a soldering nature improvement, and soldering, are lost, and cost falls.

[0071] (4) Although it is cheap, when a coefficient of thermal expansion is large and cold energy is repeated to the ceramics, it is easy to produce a crack in a plane of composition with the ceramics, and the copper conventionally used as a base board lacks in reliability. A copper-molybdenum alloy, aluminum, silicon carbide composite, etc. have low thermal conductivity, and its price is high. To these, aluminum is a low price, even if it repeats cold energy since proof stress is very small although a coefficient of thermal expansion is higher than copper, it is hard to produce a crack in an interface with the ceramics, and it can manufacture what has high reliability.

[0072] (5) Although the manufacture method of the circuit board which carries out the brazing and soldering of aluminum, an aluminium alloy, copper, a copper-molybdenum alloy, aluminum, silicon carbide composite, etc. to the ceramics, using wax material as a base board can be considered Since the low glue line of flexibility generates between a base board and the ceramics by that the thickness of a base board is very thick, and wax material to the thickness of the metal by the side of a circuit, according to the difference between the metal after cementation, and the heat shrink of the ceramics A substrate is large and a crack tends to go into camber and the ceramics. On the other hand, by the method of joining aluminum or an aluminium alloy directly as a base board of this invention, the flexibility of the amount of joint is very high with aluminum, the proof stress of a base board is below 320 (MPa), and since thickness set to 1mm or more, the conventional defect can be swept away.

[0073] (6) It is rich in the reliability which was hard to be acquired if the conventional substrate was used, and since the manufacture yield is high and a cost merit is also high, it is desirable especially as a large power power module substrate like an electric vehicle or a train.

[0074] (7) Since it heat-treated in a vacuum or inert gas, oxidation of a material is prevented and cementation becomes good. In addition, whenever [ above-mentioned furnace temperature ] is good also as 550 degrees C - 850 degrees C.

---

[Translation done.]

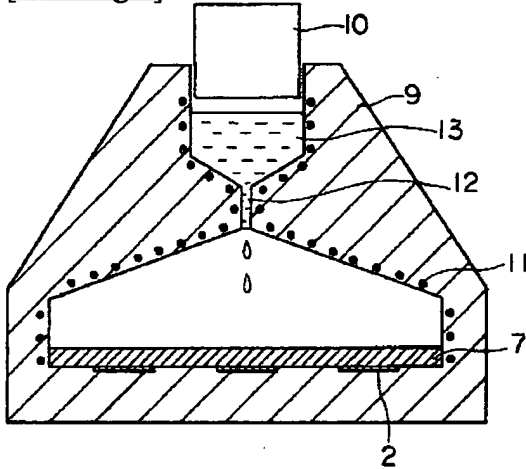
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

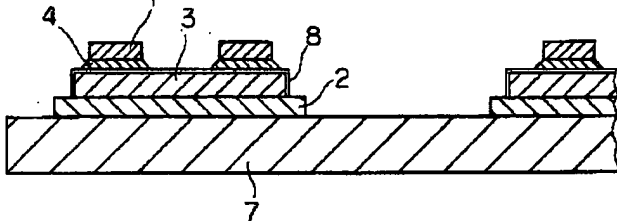
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

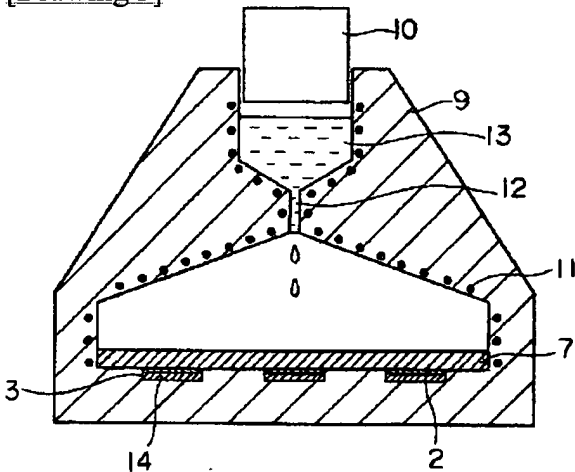
[Drawing 1]



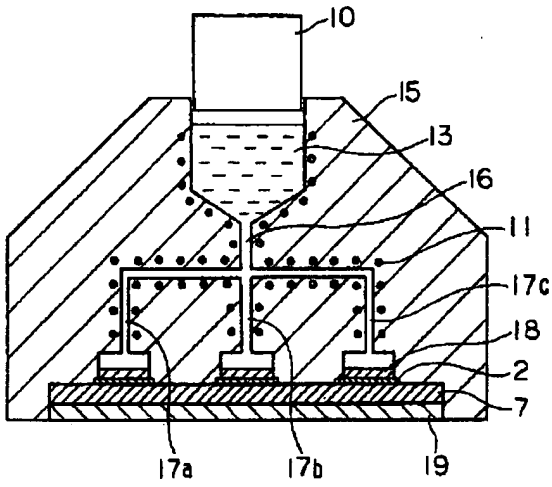
[Drawing 2]



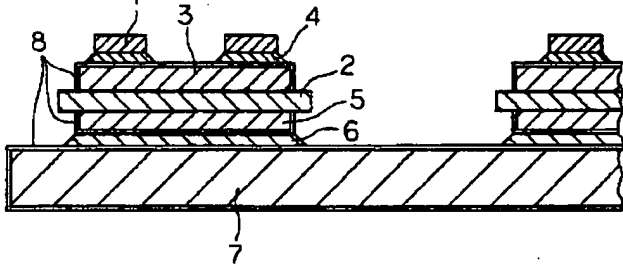
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-76551

(P2002-76551A)

(43)公開日 平成14年3月15日(2002.3.15)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 5 K 1/05		H 0 5 K 1/05	B 4 G 0 2 6
C 0 4 B 37/00		C 0 4 B 37/00	C 5 E 3 1 5
			B 5 E 3 2 2
H 0 1 B 13/00	5 0 3	H 0 1 B 13/00	5 0 3 A
H 0 1 L 23/14		H 0 5 K 3/00	R
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2000-267206(P2000-267206)

(22)出願日 平成12年9月4日(2000.9.4)

(71)出願人 000224798

同和鉱業株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目8番2号

(72)発明者 小山内 英世

東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 同

和鉱業株式会社内

(72)発明者 風呂 正博

東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 同

和鉱業株式会社内

(74)代理人 100062982

弁理士 澤木 誠一 (外1名)

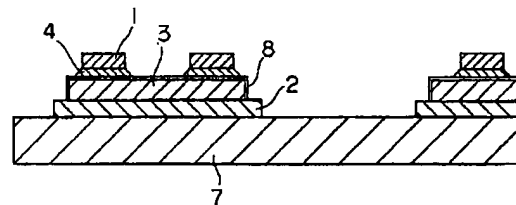
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 金属セラミックス回路基板及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 従来のセラミックス電子回路基板ではセラミックス基材が金属層と半田を介して金属ベース板に固定されているため各材料の熱膨張の差から接合面にクラックが生ずる欠点があった。

【解決手段】 本発明においては、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなるベース板上に、片面に電子回路の役割を果たす金属導電体を有するセラミックス基板を一つあるいは複数接合させて金属セラミックス電子回路基板を構成する。アルミニウムまたはアルミニウム合金を真空または不活性ガス中で溶解して熔融体を得た後、該熔融体を真空または不活性ガス中で鑄型内においてセラミックス基板と接触させ、その際該熔融体とセラミックス基板とがそれらの界面に金属表面の酸化膜を介在させずに直接接触するようにして保持冷却することによって強固に接合させ、上記金属導電体とセラミックス基板をろう材を用いて接合する、あるいは、この逆の順序で接合する。上記ベース板は、その耐力が320 (MPa) 以下であり、かつ厚さが1mm以上とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミニウムまたはアルミニウム合金からなるベース板と、一面を上記ベース板に直接接合しているセラミックス基板を有し、上記アルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板の耐力が320 (MPa) 以下であり、かつ厚さが1mm以上であることを特徴とする金属セラミックス回路基板。

【請求項2】 上記セラミックス基板の他面が電子回路用金属導電体を有することを特徴とする請求項1記載の金属セラミックス回路基板。

【請求項3】 上記セラミックス基板の他面が銅、銅合金、アルミニウムまたはアルミニウム合金のうち少なくとも一種以上から選ばれた電子回路用金属導電体を有することを特徴とする請求項1記載の金属セラミックス回路基板。

【請求項4】 上記セラミックス基板が、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素から選ばれる一種であることを特徴とする請求項1、2または3記載の金属セラミックス回路基板。

【請求項5】 アルミニウムまたはアルミニウム合金からなるベース板と、一面を上記ベース板に直接接合しているセラミックス基板と、上記セラミックス基板の他面に設けた半導体チップを有し、上記アルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板の耐力が320 (MPa) 以下であり、かつ厚さが1mm以上であることを特徴とする金属セラミックス回路基板を用いたパワーモジュール。

【請求項6】 アルミニウムまたはアルミニウム合金を真空または不活性ガス中で溶解して溶融体を得る工程と、該溶融体を真空または不活性ガス中で鋳型内においてセラミックス基板の一面と直接接触させる工程と、直接

接触されたアルミニウムまたはアルミニウム合金とセラミックス基板とを冷却して上記セラミックス基板の上記一面にアルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板を直接接合する工程と、電子回路用金属導電体を上記セラミックス基板の他面にろう材を用いて接合する工程を有することを特徴とする金属セラミックス回路基板の製造方法。

【請求項8】 アルミニウムまたはアルミニウム合金を真空または不活性ガス中で溶解して溶融体を得る工程と、該溶融体を真空または不活性ガス中で鋳型内において一面に電子回路用金属導電体をろう材を用いて接合し

たセラミックス基板の他面に直接接触させる工程と、直接接触されたアルミニウムまたはアルミニウム合金とセラミックス基板とを冷却して上記セラミックス基板の上記他面にアルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板を直接接合する工程を有することを特徴とする金属セラミックス回路基板の製造方法。

【請求項9】 アルミニウムまたはアルミニウム合金を真空または不活性ガス中で溶解して溶融体を得る工程と、該溶融体を真空または不活性ガス中で鋳型内においてセラミックス基板の一面に直接接触させる工程と、直接接触されたアルミニウムまたはアルミニウム合金とセラミックス基板とを冷却してセラミックス基板の上記一面にアルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板を直接接合する工程と、上記セラミックス基板の他面に電子回路用金属導電体を接合する工程を有することを特徴とする金属セラミックス回路基板の製造方法。

【請求項10】 アルミニウムまたはアルミニウム合金を真空または不活性ガス中で溶解して溶融体を得る工程と、該溶融体を真空または不活性ガス中で鋳型内において一面に電子回路用金属導電体を接合したセラミックス基板の他面に直接接触させる工程と、直接接触されたアルミニウムまたはアルミニウム合金とセラミックス基板とを冷却して上記セラミックス基板の上記他面にアルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板を直接接合する工程を有することを特徴とする金属セラミックス回路基板の製造方法。

【請求項11】 上記セラミックス基板が、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素から選ばれる一種であることを特徴とする請求項6、7、8、9または10記載の金属セラミックス回路基板の製造方法。

【請求項12】 上記金属導電体が銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金のうち少なくとも一種以上から選ばれることを特徴とする請求項7、8、9、10または11記載の金属セラミックス回路基板の製造方法。

【請求項13】 アルミニウムまたはアルミニウム合金を真空または不活性ガス中で溶解して溶融体を得る工程と、該溶融体を真空または不活性ガス中で鋳型内においてセラミックス基板の一面に直接接触させる工程と、直接接触されたアルミニウムまたはアルミニウム合金とセラミックス基板とを冷却して上記セラミックス基板の上記一面にアルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板を直接接合する工程と、上記セラミックス基板の他面に所望のパターン形状の金属層を形成し、この金属層上に半導体チップを固定する工程を有することを特徴とするパワーモジュールの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、優れた金属セラミックス回路基板及びその製造方法、特に、パワーモジュール等の大電力電子部品の実装に好適な耐ヒートサイク



ル性に優れた金属セラミックス回路基板及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、電気自動車、電車、工作機械などの大電流制御に、パワーモジュールが用いられている。パワーモジュールには主に複数の半導体チップが搭載され、その表面および裏面から大電流を取り出すため、半導体チップを固定する基板には高い電氣的絶縁性が求められる。また、大電流を制御するために、実動時の半導体チップは発熱により温度が上昇する。このため、この半導体チップを固定している基材およびその周辺材を含む基板全体には高い放熱性が要求される。

【0003】従来のパワーモジュールの断面構造を図5に示す。従来のパワーモジュールでは、半導体チップ1が絶縁性基材としてのセラミックス基板2上の金属層3に半田4で固定され、更にこのセラミックス基板2が他方の金属層5を介して半田6により金属ベース板7に固定される。なお、8は金属層3と5及び金属ベース板7に形成したメッキ層である。また、図1においては、チップ間等の配線の表示は省略している。

【0004】アルミニウムのセラミックス基板へのろう材接合方法には先行技術として、実開平1-118588号や実開平2-68448号に示されたものがあり、これらは、窒化アルミニウム基板やアルミナ基板にアルミニウムをAl-Si系やAl-Ge系ろう材を用いて接合するものである。これには、さらに先行技術として1976年の米国特許第3994430号のアルミニウム結合助剤としてのシリコン使用がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような従来のパワーモジュールにあっては、セラミックス基板2が金属層5と半田6を介して金属ベース板7に固定されているために、以下に示す問題点がある。

【0006】(1)セラミックス基板2と金属ベース板7間が、セラミックス基板2-金属層5、-メッキ層8-半田6-メッキ層8-金属ベース板7のような複雑な構造になっており、チップ1に通電、通電停止を繰り返した場合、各材料は冷熱を繰り返すことになり、このときの各材料の熱膨張収縮の差から各材料の接合面にクラックが生じる等の問題が生じやすい。

【0007】(2)セラミックス基板2と金属ベース板7間に半田6が存在することにより熱伝導率が下がり、放熱性が低下する。

【0008】(3)近年、電気メーカーが極力、使用を減少させようとしている鉛半田を使用している場合が多い。

【0009】(4)セラミックス基板2と金属ベース板7間を半田6で接着するため、半田濡れ性改善のためのメッキ等の表面処理や半田付け等の行程が多く必要でコスト高である。

【0010】(5)従来用いられている金属ベース板としての銅ベース板はセラミックスに対し熱膨張係数が大きく、冷熱を繰り返したときに銅ベース板との接合面でセラミックスにクラックが生じやすく、信頼性に欠け、銅・モリブデン合金、アルミ・炭化珪素複合材などのベース板は熱伝導率が低く、価格が高いなど問題がある。

【0011】従って、本発明の目的は、上述の問題点を解決することにより、具体的には、本発明は直接アルミニウムあるいはアルミニウム製のベース板をセラミックス基材に接合した形状の優れた特性を有する多種多様な形状のセラミックス-金属複合部材及びこれを低コストで量産する方法を得ることを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者等は鋭意研究したところ、ベース板としての材料にアルミニウムあるいはアルミニウム合金を用い、これを鋳型内で溶湯の状態からセラミックスに接触させ冷却することで、その耐力が所定値以下であり、厚さが所定値以上のアルミニウムあるいはアルミニウム合金とセラミックスとを接合すれば、上記の課題を解決出来ることを見いだした。

【0013】即ち、ベース板にセラミックスを接合する際に接合温度の低い半田付け法を用いずに、ベース板として硬い金属を用いたり、ベース板とセラミックスの接合にろう付けをおこなうとセラミックスが割れたり、ベース板が大きく反ってしまう不具合が起きる。それに対し、本発明者等が鋭意研究したところ、特に耐力が小さいアルミニウムやアルミニウム合金をろう材を介さないでセラミックスと直接接合することによって、上記不具合を防ぐことができることを見いだした。このメカニズムの詳細は不明であるが、耐力が低いアルミニウムやアルミニウム合金が、セラミックスとの熱膨張係数の差から生じる接合時の残留応力を、自身の塑性変形等により緩和していると本発明者等は推察している。

【0014】本発明はかかる知見をもとになされたものである。

【0015】本発明の金属セラミックス回路基板は、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなるベース板と、一面を上記ベース板に直接接合しているセラミックス基板を有し、上記アルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板の耐力が320(MPa)以下であり、かつ厚さが1mm以上であることを特徴とする。

【0016】本発明の金属セラミックス回路基板を用いたパワーモジュールは、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなるベース板と、一面を上記ベース板に直接接合しているセラミックス基板と、上記セラミックス基板の他面に設けた半導体チップとを有し、上記アルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板の耐力が320(MPa)以下であり、かつ厚さが1mm以上であることを特徴とする。

【0017】本発明の金属セラミックス回路基板の製造

方法は、アルミニウムまたはアルミニウム合金を真空または不活性ガス中で溶解して溶融体を得る工程と、該溶融体を真空または不活性ガス中で鑄型内においてセラミックス基板の一面と直接接触させる工程と、直接接触されたアルミニウムまたはアルミニウム合金とセラミックス基板とを冷却して上記セラミックス基板の上記一面にアルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板を直接接合する工程を有することを特徴とする。

【0018】また、本発明の金属セラミックス回路基板の製造方法は、アルミニウムまたはアルミニウム合金を真空または不活性ガス中で溶解して溶融体を得る工程と、該溶融体を真空または不活性ガス中で鑄型内においてセラミックス基板の一面と直接接触させる工程と、直接接触されたアルミニウムまたはアルミニウム合金とセラミックス基板とを冷却して上記セラミックス基板の上記一面にアルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板を直接接合する工程と、電子回路用金属導電体を上記セラミックス基板の他面にろう材を用いて、または用いないで接合する工程を有することを特徴とする。

【0019】また、本発明の金属セラミックス回路基板の製造方法は、アルミニウムまたはアルミニウム合金を真空または不活性ガス中で溶解して溶融体を得る工程と、該溶融体を真空または不活性ガス中で鑄型内において一面に電子回路用金属導電体をろう材を用いて、または用いないで接合したセラミックス基板の他面に直接接触させる工程と、直接接触されたアルミニウムまたはアルミニウム合金とセラミックス基板とを冷却して上記セラミックス基板の上記他面にアルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板を直接接合する工程とを有することを特徴とする。

【0020】本発明のパワーモジュールの製造方法は、アルミニウムまたはアルミニウム合金を真空または不活性ガス中で溶解して溶融体を得る工程と、該溶融体を真空または不活性ガス中で鑄型内においてセラミックス基板の一面に直接接触させる工程と、直接接触されたアルミニウムまたはアルミニウム合金とセラミックス基板とを冷却して上記セラミックス基板の上記一面にアルミニウムまたはアルミニウム合金のベース板を直接接合する工程と、上記セラミックス基板の他面に所望のパターン形状の金属層を形成し、この金属層上に半導体チップを固定する工程を有することを特徴とする。

【0021】上記金属導電体は銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金のうち少なくとも一種以上から選ばれることを特徴とする。ベース板としてはアルミニウムまたはアルミニウム合金を使用することができるが、アルミは熱伝導率が高く、耐ヒートサイクル性も良好であり、さらに融点が低く、製造しやすいため特に優れている。

【0022】各金属の選択理由は、特に高い導電性を必要とする、あるいはヒートサイクル耐量が1000回以下で

十分な場合には銅および銅合金が適している。

【0023】3000回以上のヒートサイクル耐量が必要な場合はアルミニウムおよびアルミニウム合金が適している。

【0024】また、これらの上に半田濡れ性や耐食性を向上させるためにAuメッキ、Niメッキ等を行うことができる。

【0025】上記セラミックス基板は、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素から選ばれる一種であることを特徴とする。

【0026】セラミックスのなかでも特にアルミナは絶縁性が高く安価であり、銅の回路を直接接合で製作できるなど汎用性が高く、窒化アルミは熱伝導率が高いことで放熱性に優れ、大電流コントロール用のチップを搭載することができ、窒化珪素は強度が高いため耐ヒートサイクル性が高くエンジンルームなどの厳しい環境での対応性に優れている。

【0027】なお、上記ベース板はモジュールの機械的強度補強と放熱を目的としたものである。また、直接接合するとはろう材等の接合助剤を介在せしめることなく必要に応じた強度を有した接合状態にすることを意味する。

【0028】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の金属セラミックス基板及びその製造方法の実施例を詳細に説明する。

【0029】（実施例1）

【0030】図1は本発明の金属セラミックス回路基板を製造するための設備の原理図である。本発明においては、純度99.9%のアルミニウムをるつぼ9の上部にセットし、接合する窒化アルミニウムのセラミックス基板2をるつぼ9の下部にセットする。るつぼ9にピストン10で蓋をして、るつぼ9の内部に窒素ガスを充填する。次いで、るつぼ9をヒーター11で750℃に加熱し、アルミニウムを溶化してから、ピストン10によりるつぼ9の中央の細管12を介してアルミニウム溶融体13を押し出し、押し出したアルミニウム溶融体13をセラミックス基板2上に流し込み、所定の高さまで充填し、これを徐冷してアルミニウム溶融体13をセラミックス基板2に接着固化し、アルミニウム製のベース板7の一面に複数の窒化アルミニウムのセラミックス基板2を直接接合したものを得た。ここで、得たアルミニウム製のベース板の厚さは5mm、アルミニウムの耐力は40MPaであった。なお、この耐力はJISのZ2201番で試験片を作成し、JISのZ2241に則って測定したものである。

【0031】次に、上記窒化アルミニウムのセラミックス基板2上に回路部を形成するため、スクリーン印刷機を用いてA187.5wt%・Si12.5%の組成のろう材を所望のパターン形状に印刷し、80℃で乾燥後、その上に金属層3として所望のパターン形状のアルミニウム圧延板をの

せ、真空炉にて575℃で加熱し、次いで無電解ニッケルメッキを施し、この金属層3上にろう材である半田4を介して半導体チップ1を固定し、図2に示すモジュールを構成せしめた。

【0032】このモジュールのヒートサイクル耐量を調べたところ、ヒートサイクル4000回でもセラミックス—ベース板界面に何ら変化は認められなかった。

【0033】(実施例2)

【0034】上記アルミニウム製のベース板7の厚さを5mmから1mmに変えた他は実施例1と同様の手段で図2に示す形の金属セラミックス回路基板を有するパワーモジュールを形成した。また、ヒートサイクル耐量を調べたところ、実施例1同様ヒートサイクル4000回でもセラミックス—ベース板界面に何ら変化は認められなかった。

【0035】(実施例3)

【0036】上記アルミニウム製のベース板7の厚みを5mmから10mmに変えた他は実施例1と同様の手段で図2に示す形の金属セラミックス回路基板を有するパワーモジュールを形成した。また、ヒートサイクル耐量を調べたところ、実施例1同様ヒートサイクル3000回でもセラミックス—ベース板界面に何ら変化は認められなかった。

【0037】(実施例4)

【0038】上記アルミニウム製のベース板7の厚みを5mmから30mmに変えた他は実施例1と同様の手段で図2に示す形の金属セラミックス回路基板を有するパワーモジュールを形成した。また、ヒートサイクル耐量を調べたところ、実施例1同様ヒートサイクル3000回でもセラミックス—ベース板界面に何ら変化は認められなかった。

【0039】(実施例5)

【0040】上記ベース板7の材質を純度99.99%のアルミニウムからAl95.5%・Cu4.5%のアルミニウム合金に代えた他は実施例1と同様の手段で図2に示す形の金属セラミックス回路基板を有するパワーモジュールを形成した。ここで、ベース板7の厚さは5mm、耐力は95MPaであった。また、ヒートサイクル耐量を調べたところ、実施例1同様ヒートサイクル3000回でもセラミックス—ベース板界面に何ら変化は認められなかった。

【0041】(実施例6)

【0042】上記ベース板7の材質を純度99.99%のアルミニウムからAl87.5%・Si12.5%のアルミニウム合金に代えた他は実施例1と同様の手段で図2に示す形の金属セラミックス回路基板を有するパワーモジュールを形成した。ここで、ベース板7の厚さは5mm、耐力は320MPaであった。また、ヒートサイクル耐量を調べたところ、実施例1同様ヒートサイクル3000回でもセラミックス—ベース板界面に何ら変化は認められなかった。

【0043】(実施例7)

【0044】上記セラミックス基板2として窒化アルミニウムに替えて窒化珪素を用いた他は実施例1と同様の手段で図2に示す形のベース一体型セラミックス基板を

有するパワーモジュールを形成した。また、ヒートサイクル耐量を調べたところ、実施例1同様ヒートサイクル4000回でもセラミックス—ベース板界面に何ら変化は認められなかった。

【0045】(実施例8)

【0046】上記ベース板7の形状を厚さ5mmの板状から、この板に加え放熱性向上の目的でフィンを取り付けた他は実施例1と同様の手段で図2に示す形の金属セラミックス回路基板を有するパワーモジュールを形成した。また、ヒートサイクル耐量を調べたところ、実施例1同様ヒートサイクル4000回でもセラミックス—ベース板界面に何ら変化は認められなかった。

【0047】(実施例9)

【0048】窒化アルミニウムのセラミックス基板2に回路部を形成するため、スクリーン印刷機を用いてAg90wt%・Ti5%・Cu5%の組成の活性金属ろう材を印刷し、80℃で乾燥後、その上に金属層3として銅圧延板をのせ、真空炉にて800℃で加熱し、セラミックス基板2に接合した。次に、この銅の部分にエッチングレジストをスクリーン印刷機で印刷し、UV乾燥後、塩化第二鉄溶液でエッチングを行い所望のパターン14を形成し、次いで、これを図3に示すようにるつぼ9の下部にセラミックス基板2の下面が上になるようにセットし、純度99.9%のアルミニウムをるつぼ9の上部にセットし、るつぼ9にピストン10で蓋をして、るつぼ9の内部に窒素ガスを充填する。次いで、るつぼ9をヒーター11で750℃に加熱し、アルミニウムを溶化してから、ピストン10によりるつぼ9の中央の細管12を介してアルミニウム溶融体13を押し出し、押し出したアルミニウム溶融体13をセラミックス基板2上に流し込み、所定の高さまで充填し、これを徐冷してアルミニウム溶融体13をセラミックス基板2に接着固化してベース板7を形成し、上記金属層3上に半田4を介して半導体チップ1を固定し、図2に示すモジュールを構成せしめた。ここで、得たアルミニウム製のベース板の厚さは5mm、アルミニウムの耐力は40MPaであった。

【0049】このベース一体型セラミックス基板のヒートサイクル耐量を調べたところ、実施例1同様ヒートサイクル4000回でもセラミックス—ベース板界面に何ら変化は認められなかった。

【0050】(実施例10)

【0051】実施例1と同様の手段でアルミニウム製のベース板7に複数の窒化アルミニウムのセラミックス基板2を直接接合した後、図4に示すようにるつぼ15を用い、純度99.9%のアルミニウムをるつぼ15の上部にセットし、上記ベース板7に直接接合した窒化アルミニウムのセラミックス基板2を上側、アルミニウム製のベース板7を下側にし、るつぼ15の下部にセットする。さらに、窒化アルミニウムのセラミックス基板2上に所望の回路パターン形状をくり抜いた型18を置く。るつ

ば15にピストン10で蓋をして、るつぼ15の内部に窒素ガスを充填する。次いで、るつぼ15をヒーター11で750℃に加熱し、アルミニウムを溶化してから、ピストン10によりるつぼ15の中央の細管16から各パターンの型18上に夫々細管17a~17cを介してアルミニウム溶融体13を押し出す。このとき、ベース板7を熱から守るために、ベース板7の下側にはヒートシンク19を配置して冷却せしめる。押し出したアルミニウム溶融体13は窒化アルミニウムのセラミックス基板2上の型18に流し込み、所定の高さまで充填し、これを徐冷することでアルミニウム溶融体13がセラミックス基板2に接着しつつ、固化する。以上の方法により、セラミックス基板2上に金属層3を形成し、この金属層3上に半田4を介して半導体チップ1を固定し、図2に示すパワーモジュールを構成せしめた。ここで、得たアルミニウム製のベース板の厚さは5mm、アルミニウムの耐力は40MPaであった。

【0052】このパワーモジュールのヒートサイクル耐量を調べたところ、実施例1同様ヒートサイクル4000回でもセラミックス-ベース板界面に何ら変化は認められなかった。

【0053】(比較例1)

【0054】比較の目的で以下のサンプルを作成した。まず窒化アルミニウムのセラミックス基板の片側に回路部を形成するために、スクリーン印刷機を用いてA187.5wt%・Si12.5%の組成のろう材を所望のパターン形状に印刷し、80℃で乾燥後、その上に所望のパターン形状のアルミニウム圧延板をのせ、もう一方の側に同じろう材をべた面で印刷し、同じくべた面のアルミニウム圧延板をのせ、真空炉にて575℃で加熱した。次にこの基板に無電解ニッケルメッキを施し、さらにここで得た基板3枚を無電解ニッケルメッキを施したアルミニウム製ベース板上に半田付けして固定した。更にこの上に半導体チップを設けて図5に示す形のモジュールを構成せしめた。実施例同様ヒートサイクル耐量を調べたところ、ヒートサイクル1000回でセラミックス-ベース板界面の半田層に一部クラックが認められた。

【0055】(比較例2)

【0056】比較の目的で以下のサンプルを作成した。アルミニウム製ベース板の替わりに厚さ5mmの銅・モリブデン合金をベース板に用い、後は比較例1と同様な方法で図5に示す形のモジュールを構成せしめた。実施例同様ヒートサイクル耐量を調べたところ、ヒートサイクル3000回でセラミックス-ベース板界面の半田層に一部クラックが認められた。

【0057】(比較例3)

【0058】比較の目的で以下のサンプルを作成した。窒化アルミニウムのセラミックス基板の両面に実施例1で示したようなアルミニウムの溶湯を直接接触させ、冷却固化させる方式でべた面のアルミニウム層を形成させ

た。次に、この片面に回路部を形成するためにエッチングレジストをスクリーン印刷機で印刷し、UV乾燥後、塩化第二鉄溶液でエッチングを行い所望のパターンの回路を形成した。次にこの基板に無電解ニッケルメッキを施し、さらにここで得た基板3枚を無電解ニッケルメッキを施した厚さ5mm、純度99.99%のアルミニウム製ベース板上に半田付けして固定した。更にこの上に半導体チップを設けて図5に示す形のモジュールを構成せしめた。実施例同様ヒートサイクル耐量を調べたところ、ヒートサイクル3000回でセラミックス-ベース板界面の半田層に一部クラックが認められた。

【0059】(比較例4)

【0060】比較の目的で以下のサンプルを作成した。厚さ5mm、純度99.99%のアルミニウム製ベース板上に3枚の窒化アルミニウムのセラミックス基板を接合するために、ベース板上にスクリーン印刷機を用いてA187.5wt%・Si12.5%の組成のろう材を印刷し、80℃で乾燥後、その上に窒化アルミニウムのセラミックス基板をのせ、真空炉にて575℃で加熱した。さらに、この後に同様のろう接法でベース板と反対側に回路を形成させることを試みようとしたが、ベース板と接合を行った時点で、セラミック基板がそろってすべて割れてしまった。

【0061】(比較例5)

【0062】比較の目的で以下のサンプルを作成した。実施例1におけるアルミニウム製のベース板7の厚みを5mmから0.5mmに変えた他は実施例1と同様の手段で図2に示す形の金属セラミックス回路基板を有するパワーモジュールを形成することを試みた。しかし、ベース板の強度が不足しており、ベース板が容易に変形してしまった。

【0063】(比較例6)

【0064】比較の目的で以下のサンプルを作成した。実施例1におけるベース板7の材質を純度99.99%のアルミニウムから、A188%・Cu2%・Mg3%・Zn7%のアルミニウム合金に変えた他は実施例1と同様の手段で図2に示す形の金属セラミックス回路基板を有するモジュールを形成することを試みた。ここで、ベース板7の厚さは5mm、耐力は540MPaであった。しかし、ベース板と接合を行った時点で、セラミック基板がそろってすべて割れてしまった。

【0065】以上の結果を表1に示す。

【0066】

【表1】

番号	ベース板			絶縁体		回路金属	製造			その他	特性	
	ベース金属	耐力(MPa)	厚み(mm)	セラミックス	回路金属		ベース製造法	回路側接合法	順序		ヒートサイクル耐重	モジュール強度
実施例1	99.99%Al	40	5	AIN	Al	Al	ろう接法	ろう接法	↑		4000回問題なし	問題なし
実施例2	99.99%Al	40	1	AIN	Al	Al	ろう接法	ろう接法	↑		4000回問題なし	問題なし
実施例3	99.99%Al	40	10	AIN	Al	Al	ろう接法	ろう接法	↑		3000回問題なし	問題なし
実施例4	99.99%Al	40	30	AIN	Al	Al	ろう接法	ろう接法	↑		3000回問題なし	問題なし
実施例5	Al+Cu	95	5	AIN	Al	Al	ろう接法	ろう接法	↑		3000回問題なし	問題なし
実施例6	Al+Si	320	5	AIN	Al	Al	ろう接法	ろう接法	↑		3000回問題なし	問題なし
実施例7	99.99%Al	40	5	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	Al	Al	ろう接法	ろう接法	↑		4000回問題なし	問題なし
実施例8	99.99%Al	40	5	AIN	Al	Al	ろう接法	ろう接法	↑	フィン付き	4000回問題なし	問題なし
実施例9	99.99%Al	40	5	AIN	Cu	Cu	ろう接法	ろう接法	↓		4000回問題なし	問題なし
実施例10	99.99%Al	40	5	AIN	Al	Al	ろう接法	ろう接法	↑		3000回問題なし	問題なし
比較例1	99.99%Al	40	5	AIN	Al	Al	半田付け	ろう接法	↓		1000回でクラック	問題なし
比較例2	Cu+Mo	?	3	AIN	Al	Al	半田付け	ろう接法	↓		3000回でクラック	問題なし
比較例3	99.99%Al	40	5	AIN	Al	Al	半田付け	ろう接法	↓		3000回でクラック	問題なし
比較例4	99.99%Al	40	5	AIN	Al	Al	ろう接法	ろう接法	↑		あり	問題なし
比較例5	99.99%Al	40	0.5	AIN	Al	Al	ろう接法	ろう接法	↑		あり	問題あり
比較例6	Al+Cu+Mg+Zn	540	5	AIN	Al	Al	ろう接法	ろう接法	↑		あり	問題なし

【0067】

【発明の効果】本発明によれば、以下のような利点が得られる。

【0068】(1) セラミックス基板とベース板間が、セラミックスベース板の単純構造になり、冷熱を繰り返

(7)

特開2002-76551

12

返したときの信頼性が飛躍的に向上する。これは特にベース板の素材としてアルミニウムまたはアルミニウム合金を選択し、さらにこれを直接接合したことで、アルミニウム自身の柔らかさが冷熱時のセラミックスとの熱膨張収縮のイレギュラーをうち消し、接合界面におけるクラックの発生を防止するためである。

【0069】(2) セラミックス基板とベース板間が、セラミックスベース板の単純構造になり、熱伝導率の低い半田層を無くすることができるので、高い熱伝導率が得られる。

【0070】(3) セラミックス基板とベース板間が、セラミックスベース板の単純構造になり、半田による接合が必要なくなるため、半田付け性改善のためのメッキ等の表面処理や半田付け等の行程がなくなり、コストが低下する。

【0071】(4) ベース板として従来用いられている銅は安価であるがセラミックスに対し熱膨張係数が大きく、冷熱を繰り返したときにセラミックスとの接合面にクラックが生じやすく、信頼性に欠ける。銅・モリブデン合金、アルミ・炭化珪素複合材などは熱伝導率が低く、価格が高い。これらに対し、アルミニウムは安価であり、銅より熱膨張係数が高いが耐力が極めて小さいために冷熱を繰り返してもセラミックスとの界面にクラックが生じにくく、信頼性の高いものを製造できる。

【0072】(5) ベース板としてアルミニウムやアルミニウム合金、銅、銅・モリブデン合金、アルミ・炭化珪素複合材等をろう材を用いてセラミックスにろう接する回路基板の製造方法が考えられるが、回路側の金属の厚みに対しベース板の厚みが非常に厚いこと、ろう材により柔軟性の低い接着層がベース板とセラミックスの間に生成してしまうことなどから、接合後の金属およびセラミックスの熱収縮の差異により、基板が大きくそり、セラミックスにクラックが入りやすい。これに対し、本発明のベース板としてアルミニウムまたはアルミニウム合金を直接接合する方法では、接合部分がアルミニウムで非常に柔軟性が高く、ベース板の耐力が320 (MPa) 以下であり、かつ厚さが1mm以上としたので従来の欠点を一掃できる。

【0073】(6) 従来の基板を用いては得られにくかった信頼性に富み、製造歩留まりが高く、コストメリットも高いから、電気自動車や電車のように大電力パワーモジュール基板として特に好ましい。

【0074】(7) 熱処理を真空または不活性ガス中で行なったので材料の酸化が防がれ接合が良好となる。なお、上記炉内温度は550℃～850℃としても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明におけるベース板とセラミックス板の接合装置の原理図である。

【図2】本発明のパワーモジュールの縦断面図である。

【図3】本発明における、ベース板にセラミックス板の

50

13

14

接合したものに対し、回路部分を形成させるための装置  
 の他の実施例説明図である。

【図4】本発明におけるベース板とセラミックス板の接  
 合装置の更に他の実施例説明図である。

【図5】従来のパワーモジュールの縦断面図である。

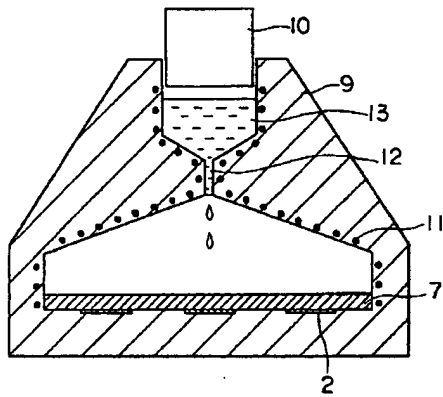
【符号の説明】

- 1 半導体チップ
- 2 セラミックス基板
- 3 金属層
- 4 半田
- 5 金属層
- 6 半田
- 7 ベース板
- 8 メッキ層

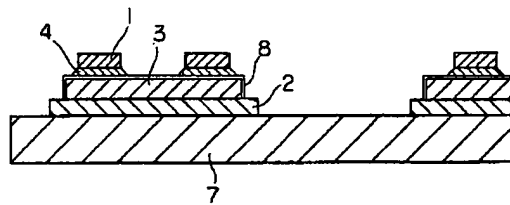
- \* 9 るつば
- 10 ピストン
- 11 ヒーター
- 12 細管
- 13 アルミニウム溶融体
- 14 パターン
- 15 るつば
- 16 細管
- 17a 細管
- 10 17b 細管
- 17c 細管
- 18 型
- 19 ヒートシンク

\*

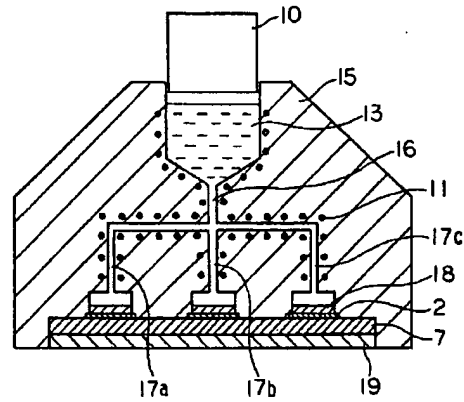
【図1】



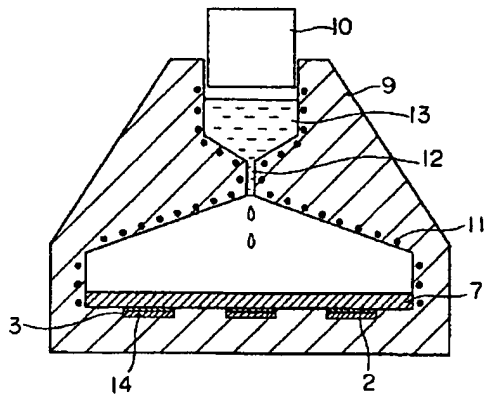
【図2】



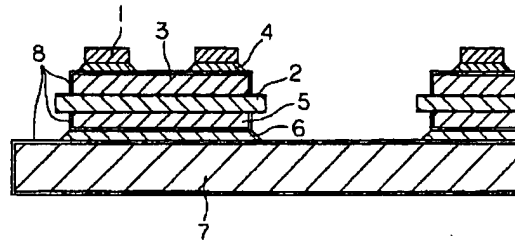
【図4】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターマコード (参考)
H 0 1 L 25/07		H 0 5 K 7/20	C
25/18		H 0 1 L 23/14	M
H 0 5 K 3/00		25/04	C
7/20			
F ターム (参考)	4G026 BA03 BA16 BA17 BB22 BB27 BF16 BF57 BG02 BG25 BG26 BH07 5E315 AA02 BB03 CC07 DD25 GG01 GG16 5E322 AA11 AB06 EA10 EA11 FA04		